

**Beurteilung des Blutdruckes und des Blutdruckverhaltens  
an untrainierten Männern vor und nach einer  
internistischen Übungsbehandlung**

von

**ECKHARD RÖMHILD**

aus Halle/Saale



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41548610\\_0070](https://archive.org/details/IA41548610_0070)

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg  
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

---

**Beurteilung des Blutdruckes und des Blutdruckverhaltens  
an untrainierten Männern vor und nach einer  
internistischen Übungsbehandlung**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

ECKHARD RÖMHILD

aus Halle/Saale

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät  
der Universität Erlangen-Nürnberg



|              |                            |
|--------------|----------------------------|
| Dekan:       | Professor Dr. Dr. H. Pauly |
| Referent:    | Priv.-Doz. Dr. E. Lang     |
| Korreferent: | Professor Dr. C. Korth     |

Tag der mündlichen Prüfung: 24. August 1972

MEINEN  
ELTERN  
GEWIDMET

## Inhaltsverzeichnis

|                               | Seite |
|-------------------------------|-------|
| Einleitung                    | 1     |
| Physiologische Vorbemerkungen | 3     |
| Methodik                      | 9     |
| Ergebnisse                    | 14    |
| Diskussion                    | 41    |
| Zusammenfassung               | 48    |
| Literatur                     | 51    |

## Einleitung

In den vergangenen beiden Jahrzehnten ist eine ausgesprochene Zunahme der Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems beobachtet worden.

So kamen beispielsweise im Jahre 1969 in der Bundesrepublik auf 100 000 Einwohner 1058 Todesfälle. Bei 458 Fällen waren als die Todesursache Herz- und Kreislaufkrankungen anzusehen; das sind 43 %. Hiervon waren wiederum 50 % auf eine Hypertonie zurückzuführen. Das heißt also, daß von den oben angeführten 1058 Todesfällen pro 100 000 Einwohner etwa 25 % von einer Hypertonie herrühren (MOELLER).

Zudem ergab eine Vorsorge-Modelluntersuchung an 31 000 Personen in Baden-Württemberg im Jahre 1970, daß die Hypertonie an der Spitze der bisher unerkannten Leiden steht. Für diese Erkrankung wird unter anderem körperlicher Bewegungsmangel - hervorgerufen durch eine überwiegend sitzende Berufsausübung eines großen Teiles der Bevölkerung - verantwortlich gemacht.

Es stellt sich nun die Frage nach der Prophylaxe, der Therapie und der Rehabilitation von Kreislaufkranken mittels körperlich-sportlicher Betätigung insbesondere bei Personen, die offenbar aufgrund körperlicher Untätigkeit für Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems

prädestiniert zu sein scheinen oder aber bereits an ihnen leiden.

In positiver Beurteilung dieser Frage werden bereits in vielen Großbetrieben Sportstunden und sogar Kreislaufkuren angesetzt, die sich einer großen Beliebtheit bei den Patienten erfreuen und ihnen zu subjektivem Wohlbefinden verhelfen. Nunmehr war man notwendigerweise danach bestrebt, objektive Ergebnisse über den Erfolg dieser Maßnahmen zu erhalten.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit dem Blutdruck und dessen Verhalten an körperlich untrainierten und zudem in einem gewissen geistigen Streß stehenden Männern, die sich erstmals einer Kreislauftrainingskur auf der Basis der Bewegungstherapie unterzogen haben. Besondere Aufmerksamkeit kommt hierbei der Tatsache zu, daß derartige Kuren im allgemeinen nur über einen relativ kurzen Zeitraum abgehandelt werden.

Im einzelnen sollte geklärt werden,

1. ob sich bereits nach einer kurzen Zeitdauer körperlichen Trainings der Ruheblutdruck verändert,
2. ob diese eventuell eintretenden Veränderungen als erwünscht oder als unerwünscht zu werten sind und
3. wie sich der Blutdruck untrainierter Männer bei körperlicher Belastung vor und nach einer internistischen Übungsbehandlung verhält.

## Physiologische Vorbemerkungen

### 1. Normwerte des Blutdruckes

In der Diskussion um die Normgrenzen der Blutdruckwerte besteht derzeit noch keine Einigkeit.

So setzt beispielsweise WEISS die Norm des Blutdruckes bei Jugendlichen auf 100 - 130 / 55 - 95 mm Hg fest, wobei systolische Werte bis auf 90 mm Hg abwärts und 140 mm Hg aufwärts noch nicht krankhaft sein müßten; die Norm bei 43 - 46jährigen beträgt nach ihm zwischen 110 - 140 / 65 - 105 mm Hg und bei den 56 - 60jährigen zwischen 120 - 150 / 65 - 105 mm Hg.

Dagegen gibt es eine Vielzahl von Autoren, die sich innerhalb dieser augenscheinlich weit gefaßten Bereiche eindeutig festlegen.

Größtenteils davon abgekommen ist man jedoch, die sogenannte "Faustregel", welche besagt, daß der Blutdruck sovieler mm Hg über 100 mm Hg betragen darf, wie der Betreffende alt ist, als zutreffend anzusehen.

In der Beurteilung der Normwerte für den Blutdruck schließen wir uns der Aussage der Weltgesundheitsorganisation an, die als obere Grenze der Norm 140/90 mm Hg angibt.

## 2. Regelmechanismus des Blutdruckes

Schon 1868 haben CYON und LUDWIG erkannt, daß dem Regelmechanismus des Blutdruckes ein geschlossener Regelkreis zugrunde liegt. Dieser setzt sich - modifiziert nach neueren Erkenntnissen - aus folgenden Faktoren zusammen:

- a) der geregelten oder zu regelnden Größe, also der "Regelgröße" = p systol. und p diastol.,
- b) den "Fühlern" = Pressorezeptoren,
- c) der "Regelstrecke" = Blutbahn,
- d) der "Sollwertstelle" bzw. dem "Meßwerk", als welche das Vasomotorenzentrum (= Pressorenzentrum) und die Kerngebiete des Sympathikus am Boden des IV. Ventrikels in der formatio reticularis der medulla oblongata, kranial vom Atemzentrum gelegen, fungieren. Zusätzlich ist noch ein Depressorenzentrum vorhanden.
- e) den "Stellgliedern" = Sympathikus, Nn. accelerantes, Vagus,
- f) den "Kraftschaltern" = Herz, Vasomotoren, NNM.

Dieser Regelkreis hat nun die Aufgabe, auf dem Wege der Afferenz zum Vasomotorenzentrum etwa auftretende Differenzen zwischen dem Istwert, also dem tatsächlich vorhandenen Blutdruckwert in den Gefäßen, und dem Sollwert auszugleichen.

Zur Erklärung des Regelmechanismusses möge Abb. 1 beitragen.

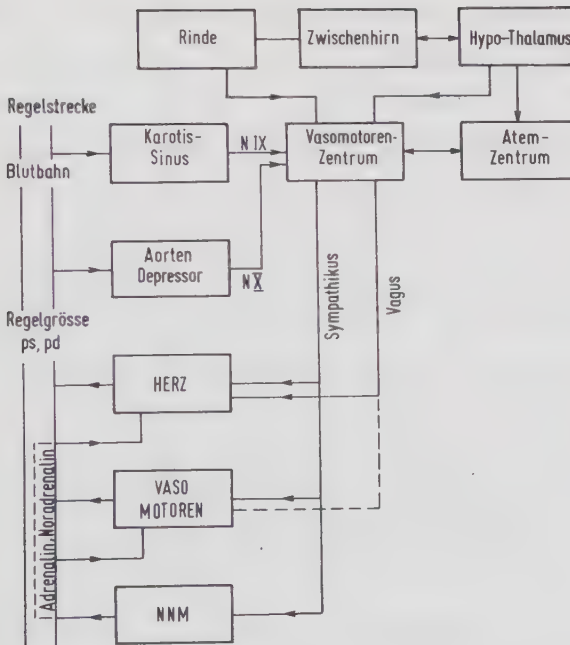


Abb.1 Blockscha zur Blutdruckregelung

Wir gehen von der Voraussetzung aus, daß eine Tonussteigerung der zentralen Zentren - ein gewisses Maß an Erregung besteht immer - eine Erhöhung des Blutdruckes über die Norm bewirkt hat, woraufhin eine Auswertung der Aorten- und Karotiswand erfolgt. Dadurch werden die in der Aortenwand und im Karotissinus lokalisierten Pressorezeptoren gedehnt und erregt. Erstere Impulse werden vom N. depressor (sensibler Ast des Vagus), letztere von einem sensiblen Ast des N. glossopharyngeus zum Vasomotorenzentrum geleitet. Da die Ansicht besteht, daß das Depressorenzentrum über keine eigenen Efferenzen verfügt (GROSSE, BROCKHOFF u.a.), über welche eine aktive Vasodilatation möglich wäre, ist anzunehmen, daß nunmehr bei Reizung dieses Zentrums eine Hemmung der vom Vasomotorenzentrum ausgehenden vasokonstriktorischen Impulse erfolgt. Das bedeutet also, daß der Sympathikuseinfluß auf das Herz (über die Nn. accelerates), auf die Vasomotoren und das NNM abnimmt und der Vaguseinfluß auf das Herz größer wird, so daß somit eine passive Dehnung der Gefäße eintritt, wodurch der Blutdruck absinkt.

Liegt der Blutdruck dagegen unter der Norm, tritt die gegenteilige Reaktion ein, also eine Steigerung (Enthemmung) des Sympathikustonus und Verminderung des Vagustonus.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß außer

den Dehnungsrezeptoren in der Aortenwand und dem Karotissinus sich auch solche im gesamten intrathorakalen Raum, in den Lungengefäßen, in den Vorhöfen und im linken Ventrikel befinden.

Außerdem werden bei Abnahme des  $pO_2$  und Zunahme des  $pCO_2$  bzw. der  $(H^+)$  im Glomus caroticum und Glomus aorticum Chemorezeptoren erregt, was zur Aktivierung des Atemzentrums führt, welches mit dem Vasomotorenzentrum in enger Verbindung steht. Die Folge ist wiederum ein Antrieb des Kreislaufs auch im Sinne einer Vasokonstriktion und einer Adrenalin- und Noradrenalinausschüttung aus dem NNM.

Des weiteren ist aus der Abb. 1 zu sehen, daß das Vasomotorenzentrum über die Großhirnrinde, das Zwischenhirn und den Hypothalamus auch von psychischen Faktoren beeinflusst werden kann (Schmerz, Angst, Streß etc.).

### 3. Einwirkung körperlichen Trainings auf den Blutdruck

Das Bestreben des gesunden Organismus ist es, den an ihn gerichteten Anforderungen so ökonomisch wie möglich gerecht zu werden. Neben anderen Faktoren, auf die in diesem Rahmen nicht eingegangen werden soll, bedeutet dies, daß bei optimaler Blutversorgung der Organe der Blutdruck auf einer möglichst geringen Höhe gehalten wird.

Unter Berücksichtigung des oben beschriebenen Regelme-

chanismusses zeigen die Untersuchungen von MELLEROWICZ, KNOLL, HOCHREIN, REINDELL und anderen Autoren, daß bei Leistungssportlern im Vergleich zur Normalbevölkerung niedrigere Blutdruckwerte vorgefunden werden, welche in einer trainingsbedingten Zunahme des Vagotonus ihre Ursache haben.

## Methodik

### 1. Untersuchungsgut

Für unsere Untersuchungen standen uns insgesamt 55 männliche Versuchspersonen im Alter von 31 - 60 Jahren zur Verfügung, die sich in einem körperlich untrainierten Zustand befanden und auf Anraten von Betriebsärzten einer deutschen Großfirma sich einer internistischen Übungsbehandlung unterzogen. Diese fand im Monat Januar über den Zeitraum von 3 Wochen im Alpengebiet statt und beinhaltete ausgiebige Frühgymnastik, ausgedehnte Berg-, Moor- und Schneewanderungen, Sauna, Kneippen, Schwimmen im geheizten Freibad, Massagen, Ball-, Lauf- und Kletterübungen in der Halle sowie Freizeitsport (z.B. Tischtennis). Den Patienten war nahegelegt worden, von eventuellem Alkohol-, Coffein- und Nikotingenuß zumindest während der Kurdauer Abstand zu nehmen, sowie außerhalb der regulären Mahlzeiten, abgesehen von Obst, keinerlei weitere Nahrung zu sich zu nehmen.

Von den 55 Versuchspersonen fielen auf die Altersklasse 31 - 40 Jahre 20 Probanden, auf die Altersklasse 41 - 50 Jahre 28 Probanden und auf die Altersklasse 51 - 60 Jahre 7 Probanden.

Untersucht wurde vor Beginn der Kur und zu deren Beendigung.

Einige Ergebnisse konnten aus technischen Gründen nicht verwertet werden (siehe unten), so daß zur endgültigen Auswertung zum Teil eine geringere Anzahl von Daten zur Verfügung stand.

## 2. Untersuchungsgang

Wir maßen bei normaler Raumtemperatur den Ruheblutdruck im Sitzen, den Ruheblutdruck vor einem Belastungstest mit 100 Watt, sowie den Blutdruck während der Belastung, und zwar zur 2., zur 5. und zur 10. Minute (danach Abbruch des Testes). Der Belastung schloß sich eine Erholungsphase im Liegen an, während welcher der Blutdruck nach 2 und nach 4 Minuten gemessen wurde.

Zur Messung des Blutdruckes bedienten wir uns der indirekten, unblutigen Methode nach RIVA-ROCCI, modifiziert nach KOROTKOW.

Diese Methode gibt trotz gewisser Ungenauigkeiten und Schwankungen im Vergleich zur direkten, blutigen, dennoch hinreichend genaue Werte (IRNICH, PAUSCHINGER et al., WEISS, KYLIN), sofern einige Regeln beim Anlegen der Staumanschette beachtet werden:

- a) die Manschettenbreite sollte mindestens 12 - 13 cm betragen,
- b) der Oberarm darf nicht extrem adipös oder extrem muskulär sein, (nach TROUT et al. bis 39 cm Umfang),

- c) die zunächst luftleere Manschette soll dem linken leicht angewinkelten Arm (bei zu starker Streckung oder Beugung kann es zu einem "Staubdruck" kommen) fest angelegt werden, darf diesen aber nicht abschnü- ren.

Bei Nichtbeachtung dieser Regeln ist mit zum Teil erheblichen höheren Werten zu rechnen,

- d) der Kompressionsdruck darf nicht zu schnell abgelassen werden, da die Werte sonst zu niedrig ausfallen.

Das Kriterium für die Festlegung des systolischen Druckes war für uns das zuerst auftretende KOROTKOW'sche Geräusch beim Fallen des Manschettendruckes, wie es beim Eintreten der Pulswelle in die distal der Staumanschette liegende a. brachialis entsteht.

Als Kriterium für die Festlegung des diastolischen Druckes bedienten wir uns des plötzlichen völligen Aufhörens jeglicher KOROTKOW'schen Geräusche, wie es entsteht aufgrund der Übereinstimmung des Druckes der ankommenden Pulswelle mit dem des in der Arterie bereits vorhandenen Blutes.

Den Belastungstest mit 100 Watt führten wir mittels eines Fahrradergometers "Monark" nach ÅSTRAND durch. Die Blutdruckwerte wurden hierbei von einem BOUCKE-Blutdruckmanometer "Infraton TA 2" registriert, welcher

einen Meßbereich von 30 - 300 mm Hg aufweist. Gemessen wird ebenfalls nach der RIVA-ROCCI-Methode: Distal der Staumanschette erfolgt die Abnahme der KOROTKOW'schen Geräusche mit einem Spezialmikrophon.

Durch eine spezielle Artefaktsicherung ist gewährleistet, daß selbst drei bis vier aufeinander folgende Artefakte keine Fehlmessungen auslösen und daß nur Messungen bewertet werden, wenn mindestens fünf KOROTKOW'sche Geräusche aufgetreten sind, sowie daß das Ausfallen einer Messung angezeigt wird, dem eine Blockierung des Gerätes folgt.

Derartige Blockierungen sind bei unseren Untersuchungen in der Tat einige Male aufgetreten, insbesondere durch das Verrutschen der Mikrophananlage während des Belastungstestes.

Neue Werte waren nicht immer zu erhalten, da wir einerseits den Versuchspersonen einen nachfolgenden zweiten Test nicht zumuten konnten und uns andererseits eine zeitliche Beschränkung auferlegt war, um einen reibungslosen und vollständigen Kurverlauf zu gewährleisten.

Die Meßwerte wurden auf volle 5 bzw. 10 mm Hg auf- bzw. abgerundet.

### 3. Statistische Methodik

Alle erhaltenen Ergebnisse wurden statistisch auf ihre Aussagefähigkeit hin überprüft. Die Unterschiede der

Meßwerte wurden bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0,05$  mit dem t-Test für paarig angeordnete Meßwerte bei  $n-1$  Freiheitsgraden ermittelt nach der Formel:

$$\hat{t} = \frac{\bar{d}}{s_{\text{diff.}}} \cdot \sqrt{n}$$

In dieser Gleichung entspricht  $\hat{t}$  dem berechneten Absolutwert,  $\bar{d}$  dem arithmetischen Mittel der Differenzen,  $s_{\text{diff.}}$  der Standardabweichung dieser Differenzen und  $n$  der Anzahl der untersuchten Fälle.

Die Standardabweichungen berechneten wir nach folgender Formel:

$$s_{\text{diff.}} = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{1}{n} (\sum d_i)^2}{n - 1}}$$

Die Berechnung der Vertrauensbasis  $\bar{d} \pm s_{\bar{d}}$  geschah nach folgender Gleichung:

$$s_{\bar{d}} = \frac{s_{\text{diff.}}}{\sqrt{n}} \cdot t$$

wobei  $s_{\bar{d}}$  den Absolutwert der Vertrauensgrenzen darstellt, und  $t$  dem der Studentverteilung für  $n-1$  zu entnehmende Wert der 95 %igen Signifikanzschranke ( $\alpha = 0,05$ ) entspricht.

## Ergebnisse

### 1. Werte des Ruheblutdruckes vor und nach der inter- nistischen Übungsbehandlung

Die Abb. 2 macht zunächst deutlich, daß die Mittelwerte des Blutdruckes der Altersklasse 31 - 40 im Vergleich zum Gesamtkollektiv schon vor Beginn der Kreislauftrainingskur niedriger liegen, während bei den Altersklassen 41 - 50 und 51 - 60 das Gegenteil der Fall ist.

Es stellt sich aber heraus, daß lediglich der systolische Wert im Vergleich zwischen dem Gesamtkollektiv und der Altersklasse 31 - 40 signifikant unterschiedlich ist (Tab. 1).

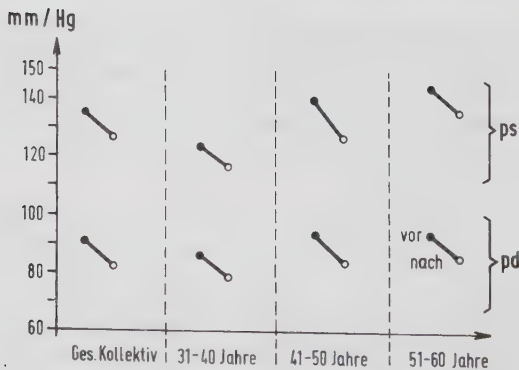


Abb.2 Ruheblutdruck im Sitzen gemessen

|                                     | FG | $\hat{t}$ | t    | stat.<br>sign. |
|-------------------------------------|----|-----------|------|----------------|
| Gesamt-<br>kollektiv zu 31 - 40 Jh. | 74 | 2,57      | 1,99 | +              |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 41 - 50 Jh. | 82 | 1,23      | 1,99 | - p systol.    |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 51 - 60 Jh. | 61 | 1,33      | 2,00 | -              |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 31 - 40 Jh. | 74 | 1,95      | 1,99 | -              |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 41 - 50 Jh. | 82 | 1,28      | 1,99 | - p diastol.   |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 51 - 60 Jh. | 61 | 0,59      | 2,00 | -              |

Tab. 1 Prüfung auf Signifikanzen der Unterschiede der Blutdruckmittelwerte in Ruhe vor Beginn der Kreislauftrainingskur im Vergleich der einzelnen Altersgruppen zum Gesamtkollektiv

+ = signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0,05$

- = nicht signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0,05$

FG= Freiheitsgrade

$\hat{t}$  = Berechneter Absolutwert

t = Berechnete Werte der Signifikanzen nach dem t-Test

Vergleicht man weiterhin die Mittelwerte der einzelnen Altersklassen miteinander, so sieht man in Abb. 2, daß die der 31 - 40jährigen zu den verbleibenden Altersklassen - abgesehen von den diastolischen Werten - im Vergleich zu den 51 - 60jährigen vor der Kur statistisch signifikant niedriger sind, während die übrigen Vergleichswerte trotz einer Tendenz zu höheren Werten bei den 51 - 60jährigen keine Signifikanzen aufweisen (Tab. 2).

|                            | FG | $\hat{t}$ | t    | stat.<br>sign. |
|----------------------------|----|-----------|------|----------------|
| 31 - 40 Jh. zu 41 - 50 Jh. | 46 | 3,45      | 2,01 | + p syst.      |
|                            | 46 | 2,78      | 2,01 | + p diast.     |
| 31 - 40 Jh. zu 51 - 60 Jh. | 33 | 0,56      | 2,00 | - p syst.      |
|                            | 33 | 0,15      | 2,00 | - p diast.     |
| 41 - 50 Jh. zu 51 - 60 Jh. | 25 | 3,54      | 2,00 | + p syst.      |
|                            | 25 | 1,90      | 2,00 | - p diast.     |

Tab. 2 Prüfung auf Signifikanzen der Unterschiede der Blutdruckmittelwerte in Ruhe vor Beginn der Kreislauftrainingskur im Vergleich der einzelnen Altersgruppen zueinander.

Symbole vgl. Legende der Tab. 1

Bezüglich des Kureffektes ist aus der Abb. 2 folgendes zu ersehen:

Die Mittelwerte sowohl des systolischen als auch des diastolischen Blutdruckes haben im Vergleich zu den Werten vor der Kur an deren Ende eine Senkung erfahren. Dies trifft für das Kollektiv in seiner Gesamtheit zu sowie für die einzelnen Altersklassen.

Die Unterschiede hierbei sind bis auf die Altersklasse 51 - 60 statistisch signifikant (Tab. 3).

|                 | FG  | $\hat{t}$ | t    | stat.<br>sign. |            |
|-----------------|-----|-----------|------|----------------|------------|
| Gesamtkollektiv | 110 | 2,50      | 1,98 | +              | p systol.  |
| 31 - 40 Jahre   | 38  | 2,07      | 2,02 | +              |            |
| 41 - 50 Jahre   | 54  | 2,22      | 2,00 | +              |            |
| 51 - 60 Jahre   | 12  | 0,78      | 2,17 | -              |            |
| =====           |     |           |      |                |            |
| Gesamtkollektiv | 110 | 4,20      | 1,98 | +              | p diastol. |
| 31 - 40 Jahre   | 38  | 2,42      | 2,02 | +              |            |
| 41 - 50 Jahre   | 54  | 3,84      | 2,00 | +              |            |
| 51 - 60 Jahre   | 12  | 0,83      | 2,17 | -              |            |

Tab. 3 Prüfung auf Signifikanzen der Unterschiede der Blutdruckmittelwerte in Ruhe im Vergleich vor und nach der Kur.

Symbole vgl. Legende der Tab. 1

Tab. 4 im Zusammenhang mit Abb. 2 gesehen entspricht bezüglich ihrer Aussage der Tab. 1: Auch am Ende der Kur sind die Werte der Altersklasse 31 - 40 niedriger im Vergleich zum Gesamtkollektiv, während diesem gegenüber die übrigen Werte sich gleich verhalten oder höher sind.

|                                     | FG | $\hat{t}$ | t    | stat.<br>sign. |          |
|-------------------------------------|----|-----------|------|----------------|----------|
| Gesamt-<br>kollektiv zu 31 - 40 Jh. | 74 | 2,65      | 1,99 | +              |          |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 41 - 50 Jh. | 82 | 0,02      | 1,99 | -              | p syst.  |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 51 - 60 Jh. | 61 | 1,48      | 2,00 | -              |          |
| =====                               |    |           |      |                |          |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 31 - 40 Jh. | 74 | 1,60      | 1,99 | -              |          |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 41 - 50 Jh. | 82 | 0,77      | 1,99 | -              | p diast. |
| Gesamt-<br>kollektiv zu 51 - 60 Jh. | 61 | 1,26      | 2,00 | -              |          |

Tab. 4 Prüfung auf Signifikanzen der Blutdruckmittelwerte in Ruhe bei Beendigung der Kur im Vergleich des Gesamtkollektives zu den einzelnen Altersgruppen.

Symbole vgl. Legende der Tab. 1

Tab. 5 zusammen mit Abb. 2 betrachtet, sagt der Tab. 2 Entsprechendes aus: Auch am Ende der Kur sind die Werte der Altersgruppe 31 - 40 niedriger als die der Altersklassen 41 - 50 und 51 - 60, wobei letztere die höchsten Werte aufweisen.

Es fällt auf, daß die Mittelwerte des systolischen Druckes der Altersklasse 41 - 50 gegenüber der Altersklasse 31 - 40 um soviel gesunken sind, daß nunmehr die Unterschiede statistisch nicht mehr signifikant sind.

|                            | FG | $\bar{t}$ | t    | stat.<br>sign. |
|----------------------------|----|-----------|------|----------------|
| 31 - 40 Jh. zu 41 - 50 Jh. | 46 | 1,59      | 2,01 | - p syst.      |
|                            | 46 | 2,45      | 2,01 | + p diast.     |
| 41 - 50 Jh. zu 51 - 60 Jh. | 33 | 0,91      | 2,03 | - p syst.      |
|                            | 33 | 0,85      | 2,03 | - p diast.     |
| 31 - 40 Jh. zu 51 - 60 Jh. | 25 | 3,23      | 2,06 | + p syst.      |
|                            | 25 | 2,03      | 2,06 | - p diast.     |

Tab. 5 Prüfung auf Signifikanzen der Unterschiede der Blutdruckmittelwerte in Ruhe bei Beendigung der Kreislauftrainingskur im Vergleich der einzelnen Altersgruppen zueinander.

Symbole vgl. Legende der Tab. 1

## 2. Verhalten des Blutdruckes bei Belastung mit 100 Watt vor und nach der internistischen Übungsbehandlung

In den Abb. 3 bis 8 sind die Mittelwerte des Ruheblutdruckes vor der Belastung, die Mittelwerte des Blutdruckes zur 2., zur 5., und zur 10. Minute unter Belastung, sowie die Mittelwerte des Blutdruckes während zweier Erholungsphasen nach der Belastung dargestellt, und zwar für das Gesamtkollektiv und für die einzelnen Altersklassen.

### a) Systolische Drucke:

Wir stellen fest, daß die systolischen Drucke nach 1 Minute Belastungsdauer einen ziemlich starken Anstieg, nämlich zwischen 28 und 45 mm Hg, das sind 31 mm Hg im Durchschnitt, erfahren haben. Dies gilt sowohl bei den Messungen vor der Kur als auch bei denen danach. Letztere Werte liegen im ganzen etwas tiefer, jedoch sind die Unterschiede nicht signifikant (vgl. Tab. 6).

Nach 4 Minuten Belastungsdauer ist ein weiterer Blutdruckanstieg erkennbar, der aber nicht mehr so steil ist wie unmittelbar nach Belastungsbeginn. Auffällig ist hierbei aber, daß dieser Anstieg vor der Kur geringer, nämlich im Durchschnitt 13 mm Hg ist im Vergleich zu den Messungen nach der Kur, wo er im Durchschnitt 17 mm Hg beträgt.

Bemerkenswert ist zudem, daß bei den 31 - 40jährigen bzw. bei den 51 - 60jährigen dieser Wert (162 mm Hg bzw. 183 mm Hg) über dem Niveau des vor der Kur gemessenen (158 mm Hg bzw. 178 mm Hg) liegt.

Allerdings kann man auch hier bestenfalls nur von Tendenzen sprechen, signifikante Unterschiede (vgl. Tab.6) liegen wiederum nicht vor.

Während der restlichen Belastungsdauer erfolgt vor der Kur nurmehr noch ein geringer Anstieg des Blutdruckes, er beläuft sich durchschnittlich auf 5 mm Hg. Nach der Kur ist er noch geringer (im Durchschnitt 2 mm Hg), wobei zu sehen ist, daß bei den Altersklassen 31 - 40 und 41 - 50, sowie bei den Gruppen 31 - 45 und 46 - 60 die Werte sogar annähernd konstant bleiben. Bei der Altersklasse 51 - 60 erscheint im Vergleich zur Messung vor der Kur (184 mm Hg) wiederum ein höherer Wert (192 mm Hg).

Bei Belastungsabbruch sinken die Drucke rapide ab. Nach einer Erholungsphase haben sie annähernd den gleichen Wert erreicht wie vor dem Belastungstest. Sie liegen bei den Altersklassen 31 - 40 und 41 - 50 sogar um ein geringes unter dem Ausgangswert.

#### b) Diastolische Drucke:

Die Festlegung der diastolischen Drucke gestattet nicht solch ein pauschales Vorgehen wie es bei den systolischen teilweise möglich war.

Beim Gesamtkollektiv (Abb. 3) ist vor der Kur bis zur 2. Minute unter Belastung eine geringfügige Steigerung ersichtlich, deren Wert bis zum Belastungsabbruch beibehalten wird. Bei den Messungen nach der Kur stellen wir bis zum Versuchsende ein Sinken des diastolischen Druckes fest, der beim Belastungsabbruch einen statistisch signifikanten Unterschied gegenüber dem Wert vor der Kur aufweist.

In den Erholungsphasen pendelt vor der Kur der diastolische Druck um die Ausgangslage, während er nach Beendigung der Kur in konstantem Ansteigen wieder den Ausgangswert einnimmt.

Beim Betrachten der einzelnen Altersklassen ergab sich folgendes Bild:

ba) der diastolische Druck bei den 31 - 40jährigen steigt unter Belastung bis zur 2. Messung vor der Kur um 7 mm Hg konstant an, um bis zum Ende des Versuches nahezu bis zum Ausgangswert abzusinken. Während der Erholungsphase ergibt sich keine Veränderung.

Bei Kurbeendigung ist bis zur 2. Messung ein geringfügiges Abfallen um 4 mm Hg sichtbar; dieser Wert wird während der weiteren Versuchsdauer beibehalten. Unter der Erholungsphase steigt der Druck wieder bis zum Ausgangswert an.

bb) der diastolische Druck der 41 - 50jährigen steigt vor der Kur erst nach 1 Minute Belastungszeit an und ist bei Versuchsabbruch um 4 mm Hg gegenüber dem Ruhewert gestiegen. In der ersten Erholungsphase ist er um 5 mm Hg gesunken und erreicht bis zur 2. Erholungsphase wieder die Höhe des Ausgangswertes. Nach einem geringfügigen Ansteigen bis 1 Minute nach Beginn der Belastung ist nach der Kur ein Sinken bis zum Versuchsabbruch erkennbar. Der Unterschied zur Vergleichsmessung vor der Kur ist statistisch signifikant (Tab. 6). In der Erholungsphase nimmt er wieder die Höhe des Ausgangswertes ein.

bc) völlig anders als bisher beschrieben verhält sich der diastolische Druck bei der Altersklasse 51 - 60 (Abb. 6): Hier fällt der Druck bei Belastungsbeginn zunächst beträchtlich ab (um 11 mm Hg vor der Kur und um 8 mm Hg nach der Kur). Bei weiterer Belastung behält er vor Kurbeginn bis zum Versuchsabbruch seinen nun erhaltenen Wert bei, während er bei Beendigung der Kur bis zur 2. Messung nochmals um 9 mm Hg ansteigt, woraufhin er sich während des weiteren Versuchsfortganges um 4 mm Hg verringert. Dieser Wert wird auch in der Erholungsphase nicht verändert. Dagegen tritt vor der Kur bis zur ersten Erholungsphase ein Absinken von 8 mm Hg auf, dem sich ein Anstieg von 6 mm Hg anschließt.

In Abb. 9 und 10 sind die Mittelwerte des Blutdruckes der einzelnen Altersklassen während des 100-Watt-Testes vergleichend dargestellt. Es wird ersichtlich, daß eine Abhängigkeit der Blutdruckwerte vom Alter der Probanden zu bestehen scheint: Die Werte sind in der Regel umso höher, je älter die Versuchspersonen sind.

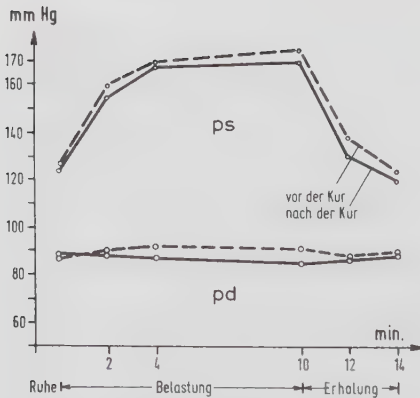


Abb.3 Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungs-test mit 100 Watt Gesamtkollektiv

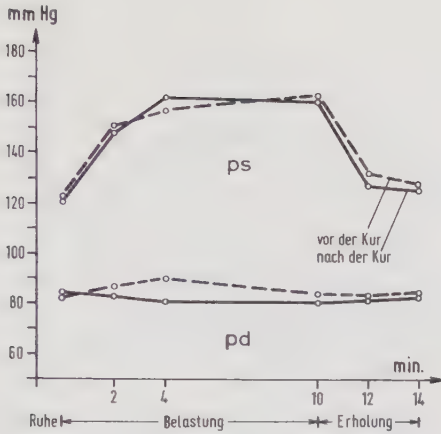


Abb.4 Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungstest mit 100 Watt, Altersklasse 31-40

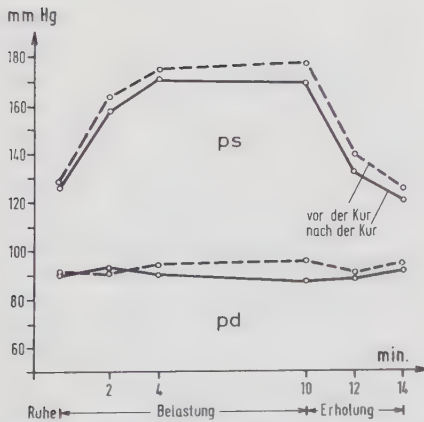


Abb.5 Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungstest mit 100 W, Altersklasse 41-50

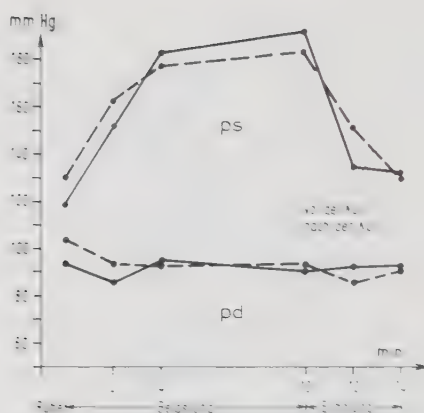


Abb 6 Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungstest mit 100 Watt, Altersklasse 51-60

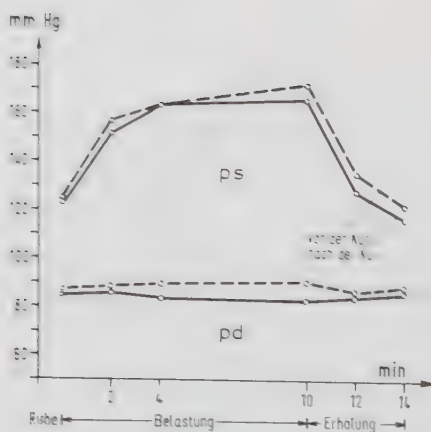


Abb:7 Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungstest mit 100 W, Altersklasse 31-45

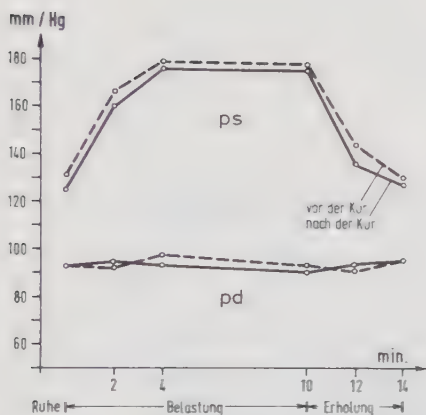


Abb. 8 Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungs-  
test mit 100 Watt Altersklasse 46-60 Jahre.

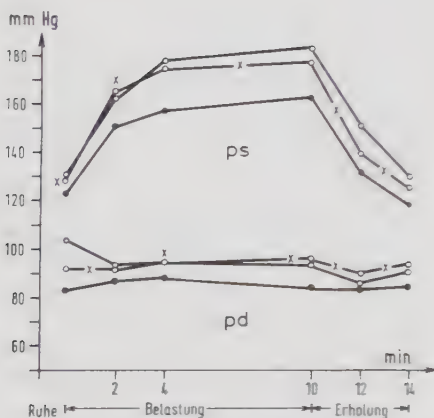


Abb. 9 Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungstest  
mit 100 Watt  
Vergleich der Altersklassen vor der Kur  
Altersklasse 31-40 Jhr. 41-50 Jhr. 51-60 Jhr.

—●— —×— —○—

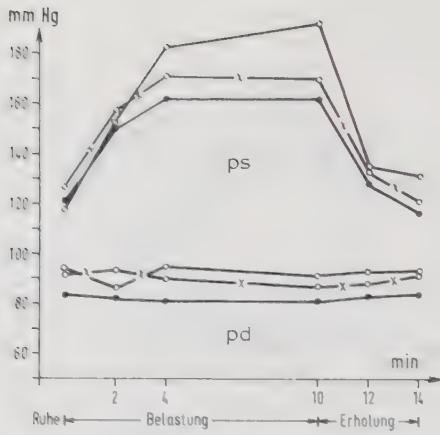


Abb. 10 Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungstest mit 100 Watt  
Vergleich der Altersklassen nach der Kur  
Altersklasse 31-40 Jhr. 41-50 Jhr. 51-60 Jhr.

● — ○ — x — ○ — ○ — ○ —

Tab. 6 Prüfung auf Signifikanzen der Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungstest im Vergleich vor Kurbeginn und bei Kurbeendigung.

Symbole sH. Legende der Tab. 1

|                            | n   | $\bar{x}$ | s    | sign. | sign.      |
|----------------------------|-----|-----------|------|-------|------------|
| Gesamt-<br>collectiv Probe | 97  | 1,03      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
|                            | 96  | 0,27      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
| 1. Min.                    | 105 | 1,38      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
|                            | 105 | 0,71      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
| 5. Min.                    | 105 | 0,23      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
|                            | 104 | 1,46      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
| 10. Min.                   | 105 | 0,21      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
|                            | 104 | 2,30      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
| 1. Exkz.-                  | 96  | 1,22      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
|                            | 95  | 0,22      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
| 2. Exkz.-                  | 97  | 1,22      | 1,38 | -     | p > 0,001. |
|                            | 96  | 0,22      | 1,38 | -     | p > 0,001. |

Tab. 6 Fortsetzung

|             |                  | FG | $\hat{t}$ | t    | stat.<br>sign. |            |
|-------------|------------------|----|-----------|------|----------------|------------|
| 31 - 40 Jh. | Ruhe             | 27 | 0,58      | 2,05 | -              | p systol.  |
|             |                  | 27 | 0,29      | 2,05 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>2.Min.    | 34 | 0,27      | 2,03 | -              | p systol.  |
|             |                  | 34 | 0,24      | 2,03 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>5.Min.    | 34 | 0,31      | 2,03 | -              | p systol.  |
|             |                  | 34 | 1,71      | 2,03 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>10.Min.   | 31 | 0,25      | 2,04 | -              | p systol.  |
|             |                  | 32 | 0,89      | 2,04 | -              | p diastol. |
|             | 1.Erh.-<br>Phase | 30 | 0,82      | 2,04 | -              | p systol.  |
|             |                  | 30 | 0,34      | 2,04 | -              | p diastol. |
|             | 2.Erh.-<br>Phase | 33 | 0,64      | 2,03 | -              | p systol.  |
|             |                  | 32 | 0,45      | 2,04 | -              | p diastol. |

Tab. 6 Fortsetzung

|                  | FG | $\bar{t}$ | t    | stat.<br>sign. |            |
|------------------|----|-----------|------|----------------|------------|
| 41 - 50 Jh. Ruhe | 52 | 0,58      | 2,00 | -              | p systol.  |
|                  | 51 | 0,43      | 2,00 | -              | p diastol. |
| zur<br>2.Min.    | 55 | 1,19      | 2,00 | -              | p systol.  |
|                  | 55 | 0,39      | 2,00 | -              | p diastol. |
| zur<br>5.Min.    | 54 | 0,71      | 2,00 | -              | p systol.  |
|                  | 55 | 1,24      | 2,00 | -              | p diastol. |
| zur<br>10.Min.   | 55 | 1,13      | 2,00 | -              | p systol.  |
|                  | 55 | 2,08      | 2,00 | +              | p diastol. |
| 1.Erh.-<br>Phase | 50 | 1,34      | 2,00 | -              | p systol.  |
|                  | 49 | 0,47      | 2,00 | -              | p diastol. |
| 2.Erh.-<br>Phase | 49 | 1,32      | 2,00 | -              | p systol.  |
|                  | 48 | 0,63      | 2,00 | -              | p diastol. |

Fortsetzung Tab. 6

|             |                  | FG | $\hat{t}$ | t    | stat.<br>sign. |            |
|-------------|------------------|----|-----------|------|----------------|------------|
| 51 - 60 Jh. | Ruhe             | 10 | 1,26      | 2,22 | -              | p systol.  |
|             |                  | 10 | 0,00      | 2,22 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>2.Min.    | 8  | 1,01      | 2,30 | -              | p systol.  |
|             |                  | 8  | 1,32      | 2,30 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>5.Min.    | 9  | 0,30      | 2,26 | -              | p systol.  |
|             |                  | 9  | 0,21      | 2,26 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>10.Min.   | 9  | 0,34      | 2,26 | -              | p systol.  |
|             |                  | 9  | 0,39      | 2,26 | -              | p diastol. |
|             | 1.Erh.-<br>Phase | 8  | 0,74      | 2,30 | -              | p systol.  |
|             |                  | 8  | 0,83      | 2,30 | -              | p diastol. |
|             | 2.Erh.-<br>Phase | 8  |           |      | -              | p systol.  |
|             |                  | 8  | 0,08      | 2,30 | -              | p diastol. |

Tab. 6 Fortsetzung

|             |                  | FG | $\hat{t}$ | t    | stat.<br>sign. |            |
|-------------|------------------|----|-----------|------|----------------|------------|
| 31 - 45 Jh. | Ruhe             | 60 | 0,18      | 2,00 | -              | p systol.  |
|             |                  | 59 | 0,16      | 2,00 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>2.Min.    | 69 | 1,00      | 1,99 | -              | p systol.  |
|             |                  | 69 | 1,04      | 1,99 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>5.Min.    | 69 | 0,02      | 1,99 | -              | p systol.  |
|             |                  | 69 | 1,59      | 1,99 | -              | p diastol. |
|             | zur<br>10.Min.   | 67 | 1,03      | 1,99 | -              | p systol.  |
|             |                  | 68 | 2,10      | 1,99 | +              | p diastol. |
|             | 1.Erh.-<br>Phase | 61 | 1,47      | 2,00 | -              | p systol.  |
|             |                  | 60 | 0,64      | 2,00 | -              | p diastol. |
|             | 2.Erh.-<br>Phase | 66 | 1,31      | 1,99 | -              | p systol.  |
|             |                  | 65 | 0,62      | 1,99 | -              | p diastol. |

Tab. 6 Fortsetzung

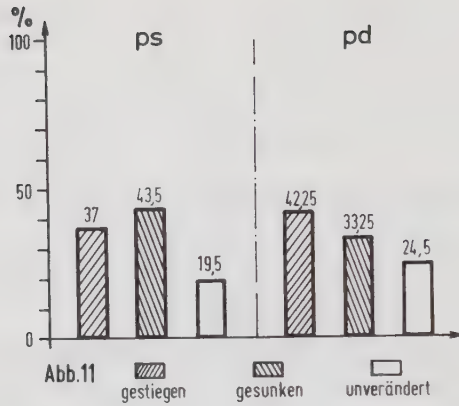
|             |                  | FG | $\hat{t}$ | t    | stat.<br>sign. |
|-------------|------------------|----|-----------|------|----------------|
| 46 - 60 Jh. | Ruhe             | 35 | 1,21      | 2,03 | - p systol.    |
|             |                  | 35 | 0,09      | 2,03 | - p diastol.   |
|             | zur<br>2.Min.    | 34 | 1,00      | 2,03 | - p systol.    |
|             |                  | 34 | 0,36      | 2,03 | - p diastol.   |
|             | zur<br>5.Min.    | 34 | 0,32      | 2,03 | - p systol.    |
|             |                  | 35 | 0,73      | 2,03 | - p diastol.   |
|             | zur<br>10.Min.   | 34 | 0,20      | 2,03 | - p systol.    |
|             |                  | 34 | 0,90      | 2,03 | - p diastol.   |
|             | 1.Erh.-<br>Phase | 33 | 1,11      | 2,04 | - p systol.    |
|             |                  | 33 | 0,59      | 2,04 | - p diastol.   |
|             | 2.Erh.-<br>Phase | 29 | 0,52      | 2,04 | - p systol.    |
|             |                  | 29 | 0,07      | 2,04 | - p diastol.   |

Schließlich interessierte uns noch die Frage, in wievielen Fällen sich beim Belastungstest während der einzelnen Phasen, in denen Blutdruckmessungen abgenommen wurden, die Werte erhöht oder erniedrigt haben bzw. keine Veränderungen eingetreten sind im Vergleich zu den Messungen vor Kurbeginn. Die Ergebnisse dieser Untersuchung mögen die Abb. 11 - 16 veranschaulichen helfen.

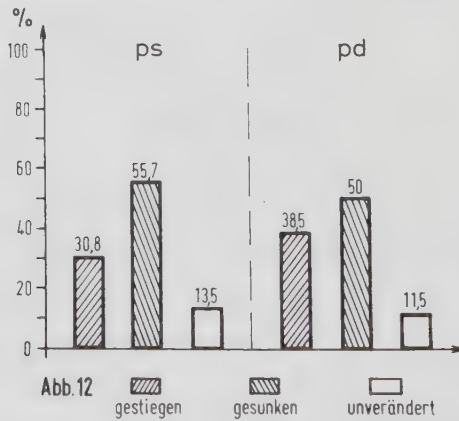
Es ist zu erkennen, daß der systolische Druck während aller Messungen bei der Mehrzahl der Fälle gesunken ist; diesem Ergebnis stehen jedoch jeweils mehr als  $\frac{1}{3}$  der Fälle gegenüber, die eine Steigerung der Werte vorweisen, während bei einer geringeren Anzahl keine Veränderungen zu beobachten waren.

Der diastolische Druck ist lediglich zur 2., zur 5., zur 10. Minute sowie in der 2. Erholungsphase in der Mehrzahl der Fälle gesunken, wohingegen er sich zur Ruhemessung und zur 1. Erholungsphase bei der überwiegenden Anzahl der Probanden erhöht hat. Diejenigen Fälle, die nach der Kur die gleiche Höhe wie vor der Kur aufweisen, sind auch hier in der Minderheit.

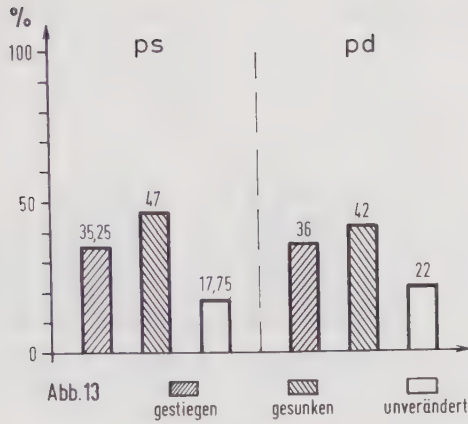
Als bemerkenswerte Tatsache gilt es festzuhalten, daß die Mittelwerte der einen Vergleichsreihe, welche gegenüber denen der anderen Vergleichsreihe vorerst höher lagen, nachher jeweils gesunken sind und umgekehrt.



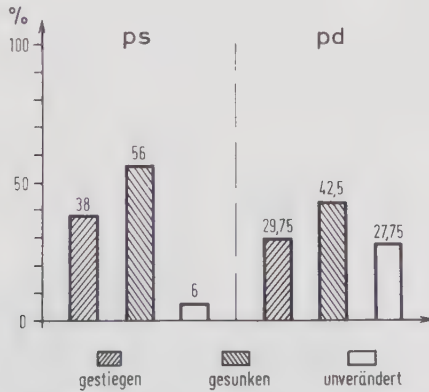
Veränderungen des ps und pd in Ruhe beim Belastungstest im Vergleich vor und nach der Kur. Bezogen auf das Gesamtkollektiv.



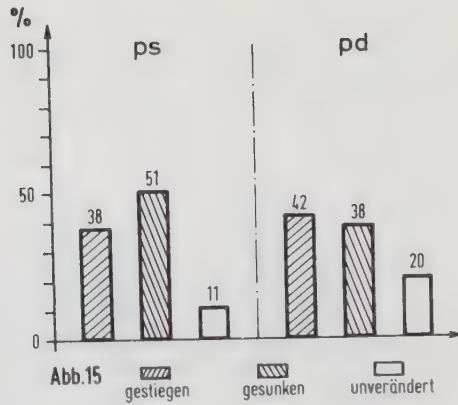
Veränderungen des ps und pd beim Belastungstest nach 2 Minuten im Vergleich vor und nach der Kur. Bezogen auf das Gesamtkollektiv.



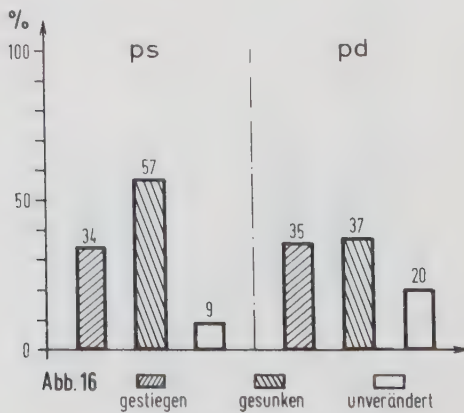
Veränderungen des ps und pd in Ruhe beim Belastungstest nach 4 Minuten im Vergleich vor und nach der Kur. Bezogen auf das Gesamtkollektiv.



Veränderungen des ps und pd in Ruhe beim Belastungstest nach 10 Minuten im Vergleich vor und nach der Kur. Bezogen auf das Gesamtkollektiv.



Veränderungen des *ps* und *pd* in Ruhe beim Belastungstest zur 1. Erholungsphase im Vergleich vor und nach der Kur. Bezogen auf das Gesamtkollektiv.



Veränderungen des *ps* und *pd* in Ruhe beim Belastungstest zur 2. Erholungsphase im Vergleich vor und nach der Kur. Bezogen auf das Gesamtkollektiv.

Tab. 7 zeigt, daß bis auf eine Ausnahme (Messung des erhöhten diastolischen Druckes zur 10.Minute) alle Vergleichswerte statistisch signifikant unterschiedlich sind.

Tab. 7 Prüfung auf Signifikanzen der Mittelwerte des Blutdruckes beim Belastungstest. Der Vergleich findet statt zwischen denjenigen Werten, die nach dem Kurablauf eine Erhöhung bzw. eine Erniedrigung erfahren haben.

|                |          | FG | $\bar{x}$ | t    | stat.<br>sign. |            |
|----------------|----------|----|-----------|------|----------------|------------|
| Ruhe           | erhöht   | 32 | 3,23      | 2,04 | +              | p systol.  |
|                | erniedr. | 38 | 4,27      | 2,02 | +              |            |
|                | erhöht   | 36 | 2,75      | 2,03 | +              | p diastol. |
|                | erniedr. | 28 | 3,71      | 2,04 | +              |            |
| zur<br>2. Min. | erhöht   | 30 | 2,64      | 2,04 | +              | p systol.  |
|                | erniedr. | 56 | 3,83      | 2,00 | +              |            |
|                | erhöht   | 38 | 4,49      | 2,02 | +              | p diastol. |
|                | erniedr. | 50 | 4,02      | 2,00 | +              |            |
| zur<br>5. Min. | erhöht   | 34 | 2,45      | 2,03 | +              | p systol.  |
|                | erniedr. | 46 | 2,96      | 2,01 | +              |            |
|                | erhöht   | 34 | 2,56      | 2,03 | +              | p diastol. |
|                | erniedr. | 40 | 4,84      | 2,02 | +              |            |

Tab. 7 Fortsetzung

|                   |          | FG | $\bar{t}$ | t    | stat.<br>sign. |            |
|-------------------|----------|----|-----------|------|----------------|------------|
| zur<br>10. Min.   | erhöht   | 36 | 2,13      | 2,03 | +              |            |
|                   | erniedr. | 54 | 3,40      | 2,00 | +              | p systol.  |
|                   | erhöht   | 26 | 1,89      | 2,05 | -              |            |
|                   | erniedr. | 38 | 3,79      | 2,02 | +              | p diastol. |
| 1. Erh.-<br>Phase | erhöht   | 32 | 2,74      | 2,04 | +              |            |
|                   | erniedr. | 44 | 3,90      | 2,01 | +              | p systol.  |
|                   | erhöht   | 36 | 2,55      | 2,03 | +              |            |
|                   | erniedr. | 32 | 3,24      | 2,04 | +              | p diastol. |
| 2. Erh.-<br>Phase | erhöht   | 28 | 2,21      | 2,04 | +              |            |
|                   | erniedr. | 48 | 3,89      | 2,00 | +              | p systol.  |
|                   | erhöht   | 28 | 2,91      | 2,04 | +              |            |
|                   | erniedr. | 30 | 3,40      | 2,04 | +              | p diastol. |

## Diskussion

Streß, mangelnde körperliche Betätigung und Abusus von Genußmitteln - in den meisten Fällen liegt eine Kombination aller Faktoren vor - führen nach RAAB (zit.nach HOLLMANN) zu einer sympathikotonen Einstellung der Kreislauffunktionen. Eine Folge davon sind unter anderem erhöhte Blutdruckwerte.

Der Mittelwert des Ruheblutdruckes unserer Probanden lag vor Kurbeginn bei 135/91 mm Hg. Als Grenzwert der Norm werden von der Weltgesundheitsorganisation 140/90 mm Hg angegeben (siehe oben); ihnen scheinen also unsere ermittelten Werte zu entsprechen, ja sie liegen sogar hinsichtlich des systolischen Druckes höher als unsere.

Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß sich die Daten der Weltgesundheitsorganisation auf ein weitaus umfangreicheres Untersuchungsmaterial beziehen, als es uns zur Verfügung stand; vor allem aber, daß ihr eine ausgeglichene Altersbilanz vorgelegen haben dürfte als uns, zumindest jedoch, daß die älteren Jahrgänge (über 50, 60 oder 70 Jahre) prozentual einen größeren Anteil stellten als in unserem Untersuchungsgut.

Damit ist der etwas höhere Gipfel des systolischen Druckes in den Angaben der Weltgesundheitsorganisation unter der Voraussetzung erklärt, daß mit zunehmendem Alter der Blutdruck ansteigt, wobei hier nicht disku-

tiert werden soll, ob bzw. inwieweit dieses Verhalten physiologischer oder pathologischer Natur ist oder nicht.

In der Tat wird das Ansteigen des Blutdruckes im Alter aufgrund umfangreicher Untersuchungen von MELLEROWICZ, NÖCKER, ROSSKAMM, REINDELL, KÖNIG, WEISS, SACK und KOLL, SCHIMMER und anderen Autoren bestätigt.

Stellen wir dem nun gegenüber, daß vor der Kreislauftrainingskur die 20 Probanden unseres Kollektivs im Alter von 31 - 40 Jahren 124/86 mm Hg, die 28 Probanden im Alter von 41 - 50 Jahren 140/94 mm Hg und die 7 Probanden im Alter von 51 - 60 Jahren 144/94 mm Hg in Ruhe aufwiesen, so handelt es sich hierbei durchaus um zumindest leicht erhöhte Werte.

Bei Abschluß der Kur erkennen wir eine nicht unerhebliche Senkung des Ruheblutdruckes. So beträgt er beim Gesamtkollektiv nur noch 127/83 mm Hg. Dieses Ergebnis aufgeteilt in die einzelnen Altersklassen ergibt für die 31 - 40jährigen 117/79 mm Hg, für die 41 - 50jährigen 127/84 mm Hg und für die 51 - 60jährigen 136/86 mm Hg.

Wir stellen also fest, daß als Trainingseffekt eine Senkung des Ruheblutdruckes stattgefunden hat, die auf eine Umstellung des Kreislaufes, und zwar im Sinne einer

nunmehr vagotonen Einstellung, zurückzuführen ist. Dieses Verhalten entspricht den Untersuchungen von HEINECKER, ZIPF und LÖSCH, WEISS sowie MELLEROWICZ u.a. in Bezug auf den systolischen Blutdruck. Für den diastolischen Druck erhält MELLEROWICZ höhere Werte, während unsere Ergebnisse mit denen von WEISS dergestalt übereinstimmen, daß als Trainingseffekt neben dem systolischen Druck auch der diastolische absinkt.

Bemerkenswert ist, daß die Blutdrucksenkung bei den 41 - 50jährigen mit ihren im Vergleich zu den 31 - 40jährigen höheren, aber im Vergleich zu den 51 - 60jährigen niedrigeren Werten, am offensichtlichsten ist; sie beträgt immerhin für den systolischen Druck 13 mm Hg und für den diastolischen 10 mm Hg.

Nicht eindeutig läßt sich aufgrund unserer Untersuchungen beurteilen, ob der relativ geringe Druckabfall bei den 51 - 60jährigen die Aussage zuläßt, in diesem Alter würde körperliches Training nicht mehr zum Erfolg führen; so konnte beispielsweise HOLLMANN bei Männern dieser Altersklasse selbst nach 5monatigem Training nur geringfügige Abweichungen im Blutdruckverhalten feststellen, und KNOLL ist sogar der Ansicht, erstmalige sportliche Betätigung sei vom ärztlichen Standpunkt her abzulehnen.

Jedoch besteht bei unseren Ergebnissen eine Tendenz zu

geringeren Drucken als Trainingseffekt, welche nicht ausschließt, daß sich diese bei einer größeren Anzahl von Daten statistisch hätten absichern lassen.

Bei der ergometrischen Untersuchung stellten wir generell während der ersten 4 Minuten einen erheblichen, besonders systolischen Druckanstieg fest, und zwar zwischen 40 und 50 mm Hg. SACK und KNOLL gelangten zu ähnlichen Größen. Dieser Druckanstieg ist so lange nötig, bis die periphere Blutversorgung aller während der Arbeit verstärkt beanspruchten Organe gewährleistet ist.

Über die weitere Versuchsdauer hin tritt nur noch eine geringfügige Erhöhung ein.

Bei der Betrachtung des diastolischen Blutdruckes sind die Unterschiede weitaus geringer, ja es ist sogar möglich, daß er kurzzeitig von seiner ursprünglichen Höhe absinkt. Beide Aussagen stehen in Übereinstimmung mit Untersuchungsergebnissen von NÖCKER, RITTER, DURIG, KNOLL, HEINECKER, ZIPF, LÖSCH, HOLLMANN und anderen Autoren.

Auch nach der internistischen Übungsbehandlung ist dieses Verhalten festzustellen; allerdings liegen die Werte im allgemeinen etwas tiefer, bei den 51 - 60jährigen erkennen wir aber eine Steigerung.

Da die Unterschiede nicht signifikant sind, ist diesen

Ergebnissen lediglich eine Tendenz in der einen oder anderen Richtung zuzusprechen.

So betrachtet, scheinen sich hier die Ergebnisse von HOLLMANN zu bestätigen, welche aussagen, daß während einer körperlichen Belastung keine Unterschiede zwischen guttrainierten und untrainierten Personen bezüglich des Blutdruckes bestehen. Lediglich in Belastungsbereichen, die der Untrainierte nicht mehr bewältigen kann, steigt beim Trainierten der systolische Druck auf Bereiche von 230 mm Hg - 250 mm Hg.

Unsere vergleichenden Darstellungen in den Abbildungen 10 - 15 erlauben jedoch hierzu eine präzisere Aussage: Danach muß im Vergleich zwischen dem Zustand vor und nach der Kur bei immerhin nahezu 30 % der Fälle über alle Messungen hindurch ein signifikanter Unterschied des systolischen Druckes im Sinne einer Erhöhung zugestanden werden.

Dieses bedeutet, daß in diesen Fällen die Trainingskur nicht die gewünschte Kreislaufumstellung zur Vagotonie hin bewirkt hätte. Jedoch müssen wir aber in Erwägung ziehen, daß wir bei unseren Untersuchungen eventuell eine diesen Probanden nicht adaequate Belastungsstufe gewählt haben. Es ist anzunehmen, daß die Belastung mit 100 Watt doch zu hoch angesetzt war, während vielleicht 50 Watt eindeutigere Vergleichswerte ergeben hätten.

Das rasche Absinken der während der Belastung erhöhten Druckwerte auf die Ausgangslage bei den 31 - 50jährigen spätestens nach 4 Minuten beweist jedoch wiederum, daß dennoch der Kreislauf einer Beanspruchung über Gebühr nicht ausgesetzt gewesen zu sein scheint; hier weisen unsere Ergebnisse sogar eine günstigere Tendenz als die von DURIG auf, der bei seinen Untersuchungen den Ausgangswert erst nach etwa 10 Minuten erreicht hat.

Lediglich bei den 51 - 60jährigen liegt bei Kurbeendigung der systolische Druck nach 4-minütiger Erholungsdauer immer noch um 13 mm Hg über dem Ausgangswert, was wiederum der Meinung von KNOLL entspräche (erstmalige sportliche Betätigung sei Personen jenseits des 50 Lebensjahres nicht anzuraten). Oder aber es trifft MELEROWICZ' Begriff der "Übertrainingerscheinung" zu, wenngleich es sich bei ihm in diesem Zusammenhang um aktive Hochleistungssportler handelt. Zur Bekräftigung dieser Ansichten könnte auch noch die schon bei dieser Altersklasse erwähnte allgemeine Tendenz zur Drucksteigerung während der Belastung im Vergleich zum Kurbeginn beitragen.

Dennoch brauchen die eben diskutierten, zum Teil weniger günstigen Ergebnisse beim Belastungstest keinen Anlaß für die Annahme zu geben, sportliche Betätigung im mittleren bis höheren Lebensalter - selbst wenn sie in der Jugend nicht betrieben wurde - sei abzulehnen.

Im ganzen zeigen nämlich unsere Untersuchungsergebnisse eindrucksvoll, daß dem Sport in der Präventivmedizin und in der Therapie von Kreislaufstörungen eine große Rolle zukommt; dieses umso mehr, als sich herausgestellt hat, daß bereits - wie in unserem Falle geschehen - die kurze Zeit von drei Wochen körperlichen Trainings positiv zu bewertende Blutdrucksenkungen zur Folge hat.

Bedingung für eine hohe Effektivität im Falle eines Trainingsbeginnes nach der Jugendzeit ist aber ohne Zweifel, daß zwar zielstrebig, aber dennoch maßvoll vorgegangen wird, am besten unter ärztlicher Betreuung. Anderenfalls sind Risiken für das Kreislaufverhalten nicht auszuschließen. So wiesen auch einige - wenn auch wenige - Probanden unseres Untersuchungsgutes während der Kur kurzzeitig Zeichen der Überforderung auf, die aber rasch wieder kompensiert werden konnten, indem die Anforderungen reduziert wurden.

Schließlich dürfte zweifelsohne feststehen, daß der durch eine einmalige Kur aufgetretene Effekt in dem Maße wieder aufgehoben wird, wie in der Folgezeit körperlicher Untätigkeit einem fortdauernden weiteren Training der Vorzug gegeben wird.

### Zusammenfassung

Zur Prüfung der Frage, ob an körperlich untrainierten Männern bereits nach einer kurzzeitigen internistischen Übungsbehandlung positiv zu bewertende Veränderungen im Blutdruckverhalten auftreten, nahmen wir an 55 Männern im Alter zwischen 30 und 60 Jahren Blutdruckvergleichsmessungen vor Beginn und nach Ablauf der Kreislauftrainingskur vor.

Die Probanden befanden sich vor Beginn der Behandlung im Zustand des körperlichen Trainingsdefizites und wiesen in der Mehrzahl leicht erhöhte Blutdruckwerte auf.

Das Kurprogramm wurde innerhalb von 3 Wochen unter dauernder ärztlicher Anleitung und Betreuung absolviert, wobei sich die Probanden zu keiner Zeit Leistungen im Sinne eines Hochleistungssportes unterzogen; stattdessen wurde Wert gelegt auf dosiertes Ausdauertraining und physikalische Kreislauftherapie.

Wir maßen jeweils den Blutdruck in Ruhe sowie während eines Belastungstestes mit 100 Watt mittels eines Fahrradergometers. Zudem stellten wir den Blutdruck während einer sich anschließenden kurzzeitigen Erholungsphase fest.

Die Untersuchungen haben im einzelnen folgendes ergeben:

1. a) der Ruheblutdruck ist beim Gesamtkollektiv nach der Kur gesunken, die Abweichungen sind im Vergleich zum Kurbeginn signifikant,  
b) bei Aufteilung des Gesamtkollektives in einzelne Altersgruppen stellt sich heraus, daß die Abweichungen bei den Probanden über 50 Jahre nicht signifikant sind.
2. der Blutdruckabfall beweist als Trainingseffekt eine Umstellung der Kreislaufeinstellung zur Vagotonie hin.
3. a) die systolischen Druckwerte steigen zu Beginn der ergometrischen Untersuchung steil an, um bis zum Versuchsende sich nicht mehr oder nur geringfügig zu verändern. Dasselbe Verhalten liegt nach Beendigung der Kur vor, jedoch auf einem niedrigeren (signifikant nicht unterschiedlichen) Niveau bei den 30 - 50jährigen. Dagegen haben sich bei den 51 - 60jährigen höhere Werte ergeben.  
b) die diastolischen Werte verhalten sich während der körperlichen Belastung nicht einheitlich; sie pendeln aber lediglich geringfügig um ihre Ausgangslage und haben sich nach der Behandlung auf ein niedrigeres Niveau eingestellt.

- c) schon nach einer kurzen Erholungsdauer (2 bzw. 4 Minuten) haben die Werte - abgesehen von jenen der 51 - 60jährigen - sowohl vor als auch nach der Behandlung ihre Ausgangslage erreicht.
4. der untrainierte Erwachsene sollte mit der Ausübung des Sportes nur unter ärztlicher Anleitung beginnen, um sich nicht einer Überbeanspruchung auszusetzen.
5. die nach einer kurzzeitigen Trainingskur erreich-  
ten Blutdrucksenkungen dürften nur bei weiterer  
körperlicher Betätigung von Dauer sein.

## Literatur

1. BAUEREISEN, H.:  
Experimentelle Kritik graphischer Verfahren zur  
indirekten Blutdruckmessung  
Zeitschr. ges. Inn. Med. 8, 1077 (1954)
2. BILECKI, G.:  
Hypertonie  
Stuttgart 1958
3. BOBER, H.:  
Über die Häufigkeit des Vorkommens von "Herzbe-  
schwerden" und die Möglichkeit einer "prophylak-  
tischen" Kreislauftherapie  
Med.Welt 2, 282 (1951)
4. BODEN, E. u. O. BAYER:  
Formveränderung des EKG bei Aorteninsuffizienz  
in Abhängigkeit von Blutdruck und Herzfrequenz  
Arch. Kreislaufforsch. 16, 13 (1950)
5. BOLDT, W., KNIPPING, H.W., VALENTIN, H. u. H. VENRATH:  
Sport als therapeutischer Faktor in der Herzkllinik  
Medizinische 13 (1953)
6. BÜRGER, M. u. HAUSS, W.H.:  
Über die Ökonomie körperlicher Arbeit in den ver-  
schiedensten Altersklassen  
Zeitschr. Altersforsch. 4, 229 (1943)
7. DELIUS, L.:  
Dtsch. med. Wschr. 80, 1890 (1955)
8. DELIUS, L.:  
Neue klinische Untersuchungsergebnisse über Phy-  
siologie und Pathologie der Regulation des Kreis-  
laufs und der Herzdynamik  
Klin. Wschr. 27, 1 (1949)

9. DELIUS, L. u. H. REINDELL:

Die Kreislaufregulation in ihrer Bedeutung für  
Leistungsfähigkeit und Lebenserwartung  
Zeitschr. klin. Med. 143, 29 (1943)

10. DOBBELEER, G. de:

Determination of the clinical value of the sy-  
stolic blood pressure  
Godart Bulletin 2, 1 (1962)

11. DURIG, A.:

Über Blutdruck und Blutdruckmessung  
Wien. Med. Wschr. 82, 6 (1932)

12. FREY, W.:

Aussprache zu P. SCHENK, Herz und Blutkreislauf  
bei schwerer körperlicher Arbeit  
Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 47, 126 (1935)

13. FRUCHT, A.H.:

Der Aortenquerschnitt des Menschen in Abhängig-  
keit von Alter, Geschlecht, Körpergröße und mitt-  
lerem Blutdruck  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 42, 401 (1953)

14. FRUCHT, A.H., MATAUSCHEK, J. u. W KAHL:

Handbuch medizinischer Elektronik  
Berlin 1965

15. GOTSEV, T, POPOW, S. u. WANOW, R.:

Über den Einfluß des passiven Lagewechsels auf  
Blutdruck und Herzschlagzahl bei Trainierten  
und Untrainierten  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 46, 602 (1957)

16. GOTSEV, T, POPOW, S. u. A. WANOW:

Über den Blutdruck und die Körperlage bei trai-  
nierten Personen  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 49, 337 (1960)

17. GROSSE, F, u. L. BROCKHOFF:  
Pathologische Physiologie  
Berlin, Heidelberg, New York 1969
18. HAEHNER, E., ENGELS, J., ALBRECHT, H u. F POTTHOFF:  
Sport als Therapie bei Kreislaufstörungen  
Med. Klin. 40, 1477 (1953)
19. HEILMEYER, L. u. H.J. HOLTMEIER:  
Hochdruckforschung  
Stuttgart 1965
20. HEINECKER, R., ZIPF, K.E. u. H.W. LÖSCH:  
Über den Einfluß körperlichen Trainings auf  
Kreislauf und Atmung  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 49, 913 (1960)
21. HESS, W.R.:  
Das Zwischenhirn und die Regulation von Kreis-  
lauf und Atmung  
Leipzig 1938
22. HOCHREIN, M.:  
Heilwirkung des Sports bei Kreislaufferkrankungen  
Arch. Phys. Ther. 3, 142 (1952)
23. HOCHREIN, M.:  
Kreislaufprobleme beim Sport  
Therapiewoche 7/8, 161 (1953)
24. HOCHREIN, M.:  
Kreislauf und Sport  
Med. Welt 1935, 4
25. HOCHREIN, M.:  
Sport und Kreislauf  
Münch. Med. Wschr. 50, 2038 (1936)

26. HOLLMANN, W.:

Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit des Sport-  
lers

München 1963

27. HOLLMANN, W.:

Körperliches Training als Prävention von Herz-  
und Kreislauferkrankungen

Stuttgart 1965

28. IRNICH, W.:

Zur Problematik der unblutigen Blutdruckmessung

Arch. f. Kreislaufforsch. 61, Heft 1, 1 (1970)

29. JOKL, E.:

Alter und Leistung

Berlin-Göttingen-Heidelberg 1954

30. KACHELRIES, F.:

Die Norm des Blutdrucks beim Menschen im Alter  
von 50 - 70 Jahren

Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 1933, 65

31. KEIDEL, W.D.:

Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie

Stuttgart 1967

32. KNEBEL, H.:

Der arterielle Blutdruck bei Minderung der Herz-  
arbeit

Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch. 15, 261 (1949)

33. KNOLL, W.:

Leistung und Beanspruchung

St. Gallen 1948

34. KNOLL, W. u. A. ARNOLD:

Physiologie der Leibesübungen

Leipzig 1933

35. KOHN, R.:

Meßfehler der indirekten auskultatorischen Blutdruckmessung und elastischen Weichteilverformung  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 53, 11 (1964)

36. KYLIN, E.:

Der Blutdruck des Menschen  
Dresden und Leipzig 1937

37. LANG, E. u. J. SCHMIDT:

Herz- und Kreislauf alter Dauerleistungssportler  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 59, Heft 2, 139 (1970)

38. MELLEROWICZ, H.:

Die Bedeutung der Regulationsökonomie des Kreislaufs für die körperliche Leistungsfähigkeit und ihre sportärztliche Beurteilung  
Ärztl. Wschr. 50, 1180 (1952)

39. MELLEROWICZ, H.:

Medizin und Sport  
Ärztl. Wschr. 6, 313 (1951)

40. MELLEROWICZ, H.:

Vergleichende Untersuchungen über das Ökonomieprinzip in Arbeit und Leistung des trainierten Kreislaufs und seine Bedeutung für die präventive und rehabilitative Medizin  
Arch. f. Kreislaufforsch. 24, 70 (1956)

41. MIALL, W.E. u. H.G. LOVELL:

Relation between Change of Blood Pressure and Age  
Brit. Med. Journal 2, 660 (1967)

42. MOELLER, J.:

Der Medizinstudent 5 (1969)

43. NITSCHKOFF, S.:

Über Regelmechanismen der Blutdruckhomöostase  
Das Dtsch. Gesundheitswesen 21, 775 (1966)

44. NÖCKER, J.:

Physiologie der Leibesübungen  
Stuttgart 1964

45. PAUSCHINGER, P., BARBEY, K. u. K. BRECHT:

Über die hämodynamischen Grundlagen der auskultatorischen und graphischen Kriterien bei der Blutdruckmessung nach Riva-Rocci-Korotkow  
Klin. Wschr. 36, 915 (1958)

46. PIERACH, A.:

Kreislauf und Ernährung  
Münch. Med. Wschr. 40, 1527 (1958)

47. PLENCZNER, A.:

Vergleichsuntersuchungen der hohen Blutdruckwerte bei Sportlern und Nichtsportlern  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 30, 793 (1938)

48. RANDIG, K.:

Umweltwirkungen in der Entstehung der Hochdruckkrankheit  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 34, 165 (1942)

49. RECKLINGHAUSEN, H. v.:

Blutdruckmessung und Kreislauf  
Dresden und Leipzig 1940

50. RECKLINGHAUSEN, H. v.:

Blutdruckmessung und Kreislauf in den Arterien des Menschen  
Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 1940, 486

51. REIN, H. u. M. SCHNEIDER:  
Einführung in die Physiologie des Menschen  
Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960
52. REINDELL, H. u. L. DELIUS:  
Klinische Beobachtungen über die Herzdynamik beim  
gesunden Menschen  
Dtsch. Arch. klin. Med. 193, 639 (1948)
53. RITTER, G.:  
Über den Ruheblutdruck 20jähriger Männer - eine  
epidemiologische Betrachtung  
Arch. f. Kreislaufforsch. 60, 115 (1969)
54. ROSSKAMM, H., REINDELL, H. u. K. KÖNIG:  
Körperliche Aktivität und Herz- und Kreislauffer-  
krankungen  
München 1966
55. SACK, H. u. J. KOLL:  
Der symptomatische Hochdruck  
Stuttgart 1959
56. SCHELLONG, F.:  
Regulationsprüfungen des Kreislaufs  
Dresden, Leipzig 1938
57. SCHENK, P.:  
Herz und Blutkreislauf bei körperlicher Arbeit  
Verg. Dtsch. Ges. inn. Med. 47, 115 (1935)
58. SCHIMMLER, W.:  
Untersuchungen zu Elastizitätsproblemen der  
Aorta  
Arch. f. Kreislaufforsch. 47, 189 (1965)

59. THAUER, R. u. C. ALBERS:  
Essentielle Hypertonie  
Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch. 28 (1963)
60. WAGNER, R.:  
Methodik und Ergebnisse fortlaufender Blutdruck-  
schreibung am Menschen  
Leipzig 1942
61. WEISS, A.:  
Beeinflussung der Hypertonie durch Muskularbeit  
Dtsch. Med. Wschr. 77, 166 (1952)
62. WEISS, A.:  
Blutdruck und erbliche Lebenserwartung  
Arch. f. Kreislaufforsch. 18, 301 (1952)
63. WEISS, A.:  
Blutdruck und Muskularbeit insbesondere bei Hyper-  
tonikern von 17 - 60 Jahren  
Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch. 15, 272 (1949)
64. WEISS, A.:  
Über den Ruheblutdruck beim Manne zwischen 17 u.  
60 Jahren  
Arch f. Kreislaufforsch. 17, 176 (1951)
65. WETZLER, K.:  
Altersanpassung im Kreislauf  
Zeitschr. Altersforsch. 3, 199 (1941)
66. WETZLER, K., THAUER, R. u. K. GREVEN:  
Kreislauf und Gaswechsel während der Arbeit  
Zeitschr. exper. Med. 107, 751 (1940)
67. ZAEPER, G.:  
Über die Bestimmung der Kreislaufleistung als Maß  
für die Beurteilung der sportlichen Leistungsfähig-  
keit  
Klin. Wschr. 49, 1705 (1937)

Die vorliegende Arbeit wurde unter Leitung von Herrn Privatdozent Dr. med. E. Lang an der Medizinischen Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt.

Für die Übernahme des Referates möchte ich mich an dieser Stelle bei Herrn Professor Dr. med. C.Korth bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr. med. E. Lang für die Überlassung des Themas sowie für die stete Beratung und Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit.

Weiterer Dank gebührt Herrn Dr. med. W. Haas für die Hilfe bei den statistischen Berechnungen.

## Lebenslauf

Am 30. November 1944 wurde ich, Eckhard Römhild, als Sohn des damaligen Studienassessors Paul Römhild und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Kohl, in Halle/Saale geboren. 1951 erfolgte meine Einschulung in die Grundschule Schlanstedt/Kreis Halberstadt. Ende 1956 übersiedelten wir aus Mitteldeutschland in die BRD. In Suffersheim setzte ich das 6. Volksschuljahr fort und beendigte dieses in Pappenheim. Im Schuljahr 1957/58 war ich Schüler am Humanistischen Gymnasium in Weißenburg/Bay., und danach besuchte ich in Windsbach als Angehöriger des Pfarrwaisenhauses mit Knabenchor das dortige Johann-Sebastian-Bach-Gymnasium, an dem ich 1966 die Reifeprüfung absolvierte.

Im Wintersemester 1966/67 immatrikulierte ich mich zum Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Dort legte ich 1967 das Vorphysikum und 1969 das Physikum ab. Die nachfolgenden 6 klinischen Semester verbrachte ich ebenfalls in Erlangen und beabsichtige, nach dem Wintersemester 1971/72 mein Studium mit der ärztlichen Prüfung abzuschließen.





---

Buchdruckerei Ludwig Müller Erlangen Fahrstraße 5